



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

CENTRO DE CIÊNCIAS

DEPARTAMENTO DE QUÍMICA ANALÍTICA E FÍSICO-QUÍMICA

CURSO DE QUÍMICA BACHARELADO

RENATO SAMPAIO ANDRADE NETO

**ESTUDO DOS PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICO-QUÍMICOS DA
SEMENTE DA *Morinda citrifolia* LINN (NONI)**

FORTALEZA

2016

RENATO SAMPAIO ANDRADE NETO

ESTUDO DOS PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICO-QUÍMICOS DA SEMENTE
DA *Morinda citrifolia* LINN (NONI)

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Química do Departamento de Química Analítica e Físico-química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Química com Habilitação Industrial.

Orientador Pedagógico: Prof^a. Dra. Wladiana Oliveira Matos

Orientador Vocacional: Dra. Maria Elisabeth Silveira Barros

FORTALEZA

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- A57e Andrade Neto, Renato Sampaio.
Estudo dos parâmetros químicos e físico-químicos da semente da semente da *Morinda citrifolia* Linn (Noni) / Renato Sampaio Andrade Neto. – 2017.
43 f.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Curso de Química, Fortaleza, 2017.
Orientação: Profa. Dra. Wladiana Oliveira Matos.
Coorientação: Profa. Dra. Maria Elisabeth Silveira Barros.
1. *Morinda citrifolia* Linn. 2. Quantificação de minerais. 3. Composição centesimal. I. Título.
CDD 540
-

RENATO SAMPAIO ANDRADE NETO

**ESTUDO DOS PARÂMETROS QUÍMICOS E FÍSICO-QUÍMICOS DA
SEMENTE DA *Morinda citrifolia* LINN (NONI)**

Monografia apresentada ao Curso de Bacharelado em Química do Departamento de Química Analítica e Físico-química da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Química com Habilitação Industrial.

Aprovado em: 03/01 / 2016

BANCA EXAMINADORA

Prof^ª. Dra. Wladiana Oliveira Matos (Orientadora pedagógica)
Universidade Federal do Ceará (UFC).

Dra. Maria Elisabeth Silveira Barros (Orientadora profissional)
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa)

Prof^ª. Dra. Ruth Maria Bonfim Vidal
Universidade Federal do Ceará (UFC).

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, à minha família, em especial meus pais por proporcionarem todo meu desenvolvimento acadêmico.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus por guiar-me nos caminhos durante minha vida.

Aos meus familiares, principalmente minha mãe, meu pai, meus irmãos e minha namorada, Bruna Stephanie, por sempre acreditarem nas minhas conquistas e nunca terem desacreditado do meu sucesso.

Agradeço ao Programa de Educação Tutorial, por ter proporcionado todas as experiências profissionais, das quais pude participar, e por ter apresentado vários colegas, dos quais ainda convivo.

Agradeço também a minha tutora de PET e orientadora, professora Wladiana Matos, pelos ensinamentos profissionais e pessoais, que foram repassados na minha história acadêmica.

Ao grupo do Laboratório de Físico-Química e Laboratório de Análise de Solos da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa – CE), e a pessoa da Dra. Maria Elisabeth Barros, pela oportunidade de pesquisa cedida à minha pessoa.

Aos meus amigos, por serem muito citarei de forma subjetiva, por estarem ao meu lado durante minha passagem na graduação, e todos os auxílios que me foram dados dentro e fora dos muros da universidade. Em especial meus amigos, Eduardo Viana, Kamylla Mesquita e Leonardo Cunha, por me auxiliarem diretamente no desenvolvimento desse trabalho.

RESUMO

Morinda citrifolia Linn (noni) é um fruto proveniente do continente asiático, que foi introduzido ao Brasil por turistas vindos do Caribe e da Polinésia. Sendo o fruto adaptado ao clima brasileiro, o cultivo se estabeleceu em todo país em específico nos estados do Acre, Ceará, Sergipe e São Paulo. Com grande valor de mercado a ele empregado, o cultivo se tornou uma atividade rentável. Por se tratar de um fruto exótico e com pequena quantidade de informações ao seu respeito, pesquisas vêm sendo feitas, a fim de conhecer mais sobre sua composição química, nutricional e biológica. Com o propósito de levantar mais informações á cerca das sementes dos frutos da cidade de Fortaleza-CE, foram realizados experimentos com sementes de frutos colhidos no Horto de plantas medicinais, aromáticas e condimentares da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza -CE). Foram determinados na semente: pH, acidez, atividade de água, lipídios, proteínas, carboidratos, cinzas e umidade, além das concentrações dos macro nutrientes, cálcio, fósforo, magnésio, potássio e sódio, e a dos micronutrientes, cobre, ferro, manganês e zinco por métodos de absorção e emissão atômica. Os resultados mostraram que as sementes são grãos com características ácidas, rico em carboidratos, com baixas quantidades de proteínas e lipídios, 5,24% e 6,53% respectivamente. Os baixos valores de umidade (9,24%) e de atividade de água (0,57) conferem à semente do noni boas características para seu armazenamento. A quantidade de cinzas (0,95%) retratou a riqueza em elementos minerais, sendo uma opção alimentar para o aporte de minerais.

Palavras-chave: sementes de noni, absorção atômica, composição centesimal.

ABSTRACT

Morinda citrifolia Linn (noni) is an Asian fruit, which was introduced to Brazil by tourists from the Caribbean and Polynesia. Due its adaptation to Brazilian climate, the cultivation was established al ober the country and more proficallyin in the states of Acre, Ceará, Sergipe and São Paulo. With great market value, its cultivation became a profitable activity. Being an exotic fruit with small amount of information about it, research has been done in order to know more about its chemical, nutritional and biological composition. In order to obtain more information about the fruit seeds from the city of Fortaleza-CE, experiments were carried out with fruit seeds harvested in the Garden of medicinal, aromatic and condiment plants of Embrapa Agoindústria Tropical (Fortaleza-CE). It was determined in the seed: The pH, acidity, water activity, lipids, proteins, carbohydrates, ashes and moisture were determined in addition to the concentration of macro nutrients, calcium, phosphorus, magnesium, potassium and sodium, and micronutrients, copper, iron, manganese And zinc by the methods of absorption and atomic emission. The results showed that the seeds has acid characteristics, rich in carbohydrates, with low amounts of proteins and lipids, 5,24% and 6,53% respectively. The low moisture (9.24%) and water activity (0.57) give the noni seed good characteristics for its storage. The amount of ash (0.95%) showed the richness in mineral elements, being an alimantar option for minerals supplies.

Keywords: noni's seeds, atomic absorption and centesimal composition.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
2. OBJETIVOS.....	13
2.1 Objetivo Geral.....	13
2.2 Objetivos Específicos.....	13
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	14
3.1 <i>Morinda Citrifolia</i> Linn (Noni).....	14
3.2 Parâmetros nutricionais dos alimentos.....	14
3.2.1 Carboidratos.....	15
3.2.2 Cinzas.....	15
3.2.3 Lipídios.....	16
3.2.4 Proteínas.....	16
3.2.5 Umidade.....	17
3.3 pH e Acidez.....	17
3.4 Atividade de água (a_w).....	18
3.5 Minerais.....	18
4. MATERIAIS MÉTODOS.....	21
4.1 Processamento do fruto e obtenção das sementes.....	21
4.1.1 Colheita das amostras.....	21
4.1.2 Processamento e peneiramento dos frutos.....	21
4.1.3 Moagem das amostras.....	22
4.2 Atividade de água (a_w).....	22
4.3 Acidez.....	22
4.3.1 Cálculo da acidez na amostra.....	23
4.4 pH.....	23
4.5 Umidade.....	23

4.5.1 Cálculo da Porcentagem de umidade	24
4.6 Cinzas	24
4.6.1 Cálculo da porcentagem de cinzas	24
4.7 Lipídios	25
4.7.1 Cálculo da porcentagem de lipídios	25
4.8 Proteína bruta	26
4.8.1 Cálculo da porcentagem de proteína bruta	26
4.9 Carboidratos	27
4.9.1 Cálculo da porcentagem de carboidratos	27
4.10 Valor energético total (VET)	27
4.11 Determinação dos macro e micronutrientes	28
4.11.1 Preparo da amostra	28
4.11.2 Determinação de fósforo pelo método azul de molibdênio	28
4.11.3 Determinação de potássio e sódio por fotometria de chama	29
4.11.4 Determinação de cálcio e magnésio por espectrometria de absorção atômica	29
4.11.5 Determinação de cobre, ferro, manganês e zinco por espectrometria de absorção atômica	30
5. RESULTADO E DISCUSSÃO	32
5.1 Rendimento percentual do fruto	32
5.2 Atividade de água (a_w)	32
5.3 pH e acidez titulável	33
5.4 Umidade	33
5.5 Cinzas	34
5.6 Lipídios	34
5.7 Proteína	35
5.8 Carboidratos	35
5.9 Valor energético total	36

5.10 Determinação de fósforo por espectrofotometria de absorção molecular na região do ultravioleta e visível.....	36
5.11 Determinação de sódio e potássio por espectrometria de emissão atômica de chama.....	37
5.12 Determinação de minerais por FAAS	38
6. CONCLUSÃO.....	40
REFERÊNCIAS.....	41

1. INTRODUÇÃO

A *Morinda citrifolia* Linn é um fruto vindo do sudeste asiático tendo sido difundido pela Ásia meridional (sul asiático). É uma planta adaptada a diversos terrenos, podendo se desenvolver nas florestas tropicais, terrenos rochosos ou arenosos, ainda pode sobreviver em terrenos com teor salino elevado e em certas situações de seca. Por conter um fruto de odor desagradável quando maduro, recebeu um nome popular de fruta de queijo. Por ser uma iguaria e ter um odor muito marcante, poucos povos consomem o fruto cru, porém seu consumo na forma de óleos ou misturado a sucos é bem comum em todo mundo (SOUSA *et al.*, 2009).

Ainda não se tem muitos estudos na literatura que caracterizem o fruto e as sementes do noni, porém muitos artigos destacam suas ações anti-inflamatórias, no combate a infecções e o seu grande teor de antioxidantes. No Brasil, a utilização ainda caminha a passos sutis, por ser um fruto de certa forma recente no país, porém algumas indústrias pequenas e caseiras comercializam um extrato pastoso, onde é descrito no rótulo pelos fabricantes um leque de aplicações, como efeitos dietéticos, diuréticos e afrodisíacos.

A legislação aplicada ao fruto ainda está sendo elaborada pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Por hora, a ANVISA lançou nota que proíbe a comercialização direta da fruta, sementes ou qualquer derivado que os contenha, alegando tratar-se de um fruto que não possui histórico no país, e que, portanto, os estudos realizados com o noni ainda são inconclusivos sobre a possível toxicidade do fruto e derivados (ANVISA, 2007).

Diante de toda problemática a respeito da caracterização do fruto e das sementes, muitos trabalhos estão sendo publicados, a fim de formar um banco de dados referente às características químicas, físico-químicas e nutricionais do noni no Brasil.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Caracterizar química e físico-quimicamente as sementes dos frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni).

2.2 Objetivos Específicos

Determinar os percentuais de lipídios, proteínas, carboidratos, cinzas e umidade de sementes do noni;

Determinar os parâmetros físico-químicos de pH, acidez e atividade de água nas sementes;

Determinar as concentrações dos macros e micros nutrientes por métodos analíticos de absorção e emissão atômica.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 *Morinda Citrifolia* Linn (Noni)

Atualmente tem-se a consciência de que existe um número expressivo de plantas nativas e exóticas, com vasto potencial fitoterápico e de grande fator socioeconômico na região nordeste, um desses exemplares é a *Morinda Citrifolia* Linn, conhecido popularmente como noni. (SOUSA *et al.*, 2009).

O noni pertence à família das Rubiaceae, sendo essa originária do sudoeste da Ásia. Essa espécie é bem adaptada ao clima tropical, tendo vindo para o Brasil por meio do Caribe e da Polinésia. Relatos confirmam a presença do noni por vários estados brasileiros, tais como Pará, Sergipe e Ceará, mas mesmo com todo o alcance desse fruto, seu consumo no Brasil ainda é bastante limitado (Lubeck e Hannes 2001).

O fruto possui formato em geral irregular, porém nota-se a predominância de uma forma oval. Seus frutos possuem uma casca de fina espessura, de fácil remoção quando o fruto se encontra maduro. Quando ainda no pé, o fruto apresenta uma coloração esverdeada, passando para um tom de amarelo pálido até um aspecto de acinzentado à medida que o fruto amadurece. (Tombolato *et al.*, 2005)

Quando seccionado, observa-se um fruto rico em sementes e com polpa de aparência succulenta e cremosa, porém de odor e sabor não muito agradáveis, recordando leite azedo ou queijo maturado (Correia *et al.*, 2011).

Frutos provenientes do estado da Paraíba trazem valores comparativos para os parâmetros nutricionais das sementes de noni. Pesquisa desenvolvida na cidade de Campina Grande mostrou valores de 12,82%; 0,86%; 6,34%; 6,53%, para teores de umidade, cinzas, lipídeos e proteínas, respectivamente (Lemos *et al.*, 2015).

3.2 Parâmetros nutricionais dos alimentos

Na análise nutricional dos alimentos, os parâmetros aos quais é atribuídos maior importância são os teores de carboidratos, cinzas, lipídios, proteínas e umidade. Pois, a partir desses dados, pode-se estimar o valor energético do alimento, levando em consideração a relação formada pelos teores dos componentes dos alimentos e os fatores de Atwater (TERRA 2010), que é demonstrada pela equação (1):

$$VET = 4.C + 4.P + 9.G \quad \text{Eq. 1}$$

Em que VET (kcal) é o valor energético total do alimento, C é o teor de carboidratos, P teor de proteínas, e G teor de lipídios.

3.2.1 Carboidratos

A denominação de carboidratos é dada à molécula de poliidroxi aldeídos ou poliidroxicetonas cíclicos, abrangendo também os compostos que liberam essas moléculas por meio de reação de hidrólise. Esses compostos são classificados de acordo com a quantidade de poliidroxi aldeídos ou poliidroxicetonas que os compõem, podendo ser denominados como monossacarídeos, oligossacarídeos e polissacarídeos. Os monossacarídeos são compostos somente por uma molécula das funções que caracterizam os carboidratos, os oligossacarídeos são os que possuem de duas a vinte dessas moléculas e os polissacarídeos são os constituídos por mais de vinte moléculas. As conformações que possuem mais de um monossacarídeo são conectadas por uma ligação chamada de glicosídicas, sendo essas responsáveis por manter a estrutura unida. A principal função biológica dos carboidratos é a disponibilização de energia aos seres vivos, devido o seu alto valor energético (Nelson, 2014).

Por não haver um método que determine a classe de carboidratos totais presentes na amostra, utiliza-se um método indireto, que consiste na subtração dos demais parâmetros centesimais dos 100% de amostra, obtendo o teor de carboidratos.

3.2.2 Cinzas

Denominam-se cinzas todo o resíduo do procedimento de incineração da amostra, o qual ocorre em uma faixa de temperatura de 550 – 570° C. O teor de cinzas de uma amostra está

relacionado à matéria inorgânica não volátil do material, pois após o processo de aquecimento grande parte da matéria volátil é perdida. (IAL, 2008)

A determinação de cinzas é feita geralmente após a remoção de toda umidade e fração orgânica da amostra, sendo considerada a massa do resíduo para determinação do teor de cinzas.

3.2.3 Lipídios

Lipídeos são compostos orgânicos, cujas estruturas são apresentadas na forma de ácidos carboxílicos de cadeia alifática, sendo essa cadeia de grande importância para a sua classificação. Lipídeos que possuem cadeia composta de carbonos saturados constituem as gorduras, e as cadeias que possuem ao menos uma insaturação entre os carbonos classificam os óleos. Destaca-se que os óleos são mais viáveis para serem utilizados como fonte de energia. Devido à diversidade química entre os lipídios, esses compostos também possuem grande variabilidade nas funções biológicas, as quais eles atuam, sendo algumas dessas ações desempenhadas como cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, âncoras hidrofóbicas, agentes emulsificantes, dentre outros (Nelson, 2014).

Por ser uma das características dos lipídios, a insolubilidade em meio aquoso leva à utilização de uma metodologia de extração por solvente para quantificação de lipídios na amostra. Devido ao fato dos lipídios possuírem alta afinidade por solventes apolares, uma das alternativas de extração é a recirculação de hexano pela amostra, de forma que todos os lipídeos sejam eluídos no solvente e assim removido da amostra. Após a evaporação do solvente, tem-se a massa de lipídeos contidos na amostra, possibilitando a sua determinação (IAL, 2008).

3.2.4 Proteínas

Proteínas são macromoléculas formadas a partir da desidratação de estruturas conhecidas como aminoácidos, moléculas orgânicas que possuem grupos funcionais amino e carboxila ligados a um átomo de carbono. Os aminoácidos se unem através de ligações peptídicas para formar moléculas de proteína. A construção de uma proteína se assemelha a de um polímero, sendo seus monômeros os aminoácidos, podendo conter até vinte desses monômeros, onde suas propriedades diferem dependendo das duas ramificações (Nelson, 2014). Devido à infinidade de

combinações que podem ser feitas pelos diferentes aminoácidos, as proteínas são de grande importância para os seres vivos, podendo atuar com função estrutural, enzimática, transportadora, dentre outras (Nelson, 2014).

O método de quantificação de proteínas baseia-se na determinação de nitrogênio total usando o método micro Kjeldahl, que consiste na digestão da matéria orgânica por ácido sulfúrico a 400° C, na presença de sulfato de cobre, responsável pela aceleração do processo oxidativo da matéria orgânica. O nitrogênio total resultante do processo é destilado e determinado por titulação (Galvani & Gaertner, 2006). A concentração de proteína bruta foi obtida pelo produto da quantidade de nitrogênio total, em gramas, pelo fator de conversão 5,75 conforme recomendado pela RDC 360 de rotulagem nutricional para proteínas de origem vegetal (ANVISA 2003).

3.2.5 Umidade

O teor de umidade mede a quantidade de água presente na amostra. Em geral, consideram-se dois tipos de umidade nos grãos, aquela a qual a quantidade de água está disposta na superfície do grão, e o outro que a quantidade de água está inserida dentro do grão podendo estar ou não combinado quimicamente com o alimento. A determinação do teor de umidade é importante, pois é um dos parâmetros da qualidade do alimento e determinante para a escolha da forma de armazenagem (Faroni, 1998).

A determinação do teor de umidade no alimento é realizada por gravimetria, em que a amostra passa por um processo de aquecimento controlado em estufa até massa constante, ou seja, quando toda a água foi perdida por evaporação (IAL, 2008).

3.3 pH e Acidez

O potencial hidrogeniônico e acidez titulável estão intrinsicamente relacionadas, sendo ambos os métodos quantitativos para determinação da concentração de íons, H^+ , em solução.

Potencial hidrogeniônico é a medida da atividade dos íons H^+ em solução. Essa medida indica a característica alcalina, ácida ou neutra das amostras. O pH das sementes tem importância

diretamente relacionada com a dieta nutricional de um indivíduo, pois se faz necessário controlar o pH no sistema digestivo. A sua aplicabilidade é mais vasta, podendo ser analisado qualitativamente as medidas de conservação do alimento, visto que processos de decomposição, oxidação e hidrólise, acarretam alterações na concentração de hidrogênios ionizáveis do meio (Fellows, 2006).

3.4 Atividade de água (a_w)

Atividade de água é uma fração de água que está livre no alimento, ou seja, que não está ligada quimicamente. A importância desse parâmetro está associada diretamente ao controle microbiano no alimento. Por se tratar de uma relação, trabalha-se com um valor adimensional, levando-se em consideração a pressão de vapor da água no alimento e a pressão de vapor padrão da água (Evangelista, 2000).

A atividade de água foi medida por método instrumental em aparelho específico (Aqualab CX-2 Decagon).

3.5 Minerais

Minerais ou sais minerais são substâncias inorgânicas que desempenham funções diversas no corpo, e devido a sua vasta aplicabilidade eles se tornam indispensáveis para os organismos vivos, porém esses não são produzidos no corpo, necessitando da ingestão diária por via dos alimentos (Nelson, 2014).

Os sais minerais são divididos em dois grupos, de acordo com a quantidade que deve ser ingerida por dia, sendo os microminerais aqueles que possuem a ingestão diária abaixo de 100 mg, e os macrominerais que possuem a ingestão diária acima dos 100 mg. Dentre os microminerais são destacados Ferro, Cobre, Zinco e Manganês, e nos macrominerais Cálcio, Magnésio, Potássio, Fosforo e Sódio.

A função dos micro e macrominerais são específicas para cada mineral.

O ferro é responsável pelo funcionamento de diversas enzimas e pelo transporte de oxigênio quando na forma da sua metaloproteína conhecida como hemoglobina (Sebecic, 2006),

segundo a Organização Mundial da Saúde mais de 2 bilhões de pessoas sofrem com deficiência de ferro.

O cobre é relacionado ao funcionamento de um grande número de enzimas, além de ser o responsável pela assimilação do ferro na formação da hemoglobina.

O zinco por mais que seja um elemento traço no organismo é de grande importância para cerca de 300 metaloenzimas, sendo a deficiência de zinco responsável pela má formação congênita (Goldhaber, 2003).

O manganês está relacionado ao crescimento e ao desenvolvimento do sistema reprodutivo, no caso dos homens, porém doses elevadas causam anomalias nos pulmões e cérebro (Goldhaber, 2003).

A função do potássio e do sódio está ligada ao equilíbrio osmótico das células, no equilíbrio ácido-base, nas atividades neuromusculares e na transmissão nervosa, a deficiência desses está relacionada a fraquezas musculares, desorientação e fadiga (Goldhaber, 2003).

O cálcio é o mineral mais abundante no organismo, constituindo cerca de 2% do peso corpóreo de um indivíduo, esse é o responsável pela formação de dentes e ossos, regulação do sistema nervoso e imunológico, coagulação sanguínea e a manutenção da pressão arterial, sua deficiência é a causadora de problemas na estrutura óssea, porém a ingestão excessiva acarreta problemas nos rins (Silva, 2004).

O fósforo é o segundo elemento mais importante no organismo de vertebrados, sendo ele associado à produção de energia na forma de fosfatos (ATP e ADP) e a formação dos ossos, sua deficiência é associada a problemas como osteoporose e fraqueza (Landsman, 2005).

O magnésio possui uma importância macroscópica, devido sua função na formação dos pigmentos verde permitindo a síntese de substâncias orgânicas indispensáveis. Além disso, esse elemento está associado ao processo metabólico de açúcares (Reis, 2002).

Para a quantificação de minerais utilizam-se métodos analíticos de absorção e emissão atômica, dependendo das características químicas do elemento. Os métodos de absorção atômica consistem na atomização do analito por meio de uma fonte de energia, em geral chama em altas temperaturas, sendo o analito atomizado um meio absorvente de radiação, possibilitando a quantificação do analito pela relação da radiação absorvida (Harris, 2008). Os métodos de emissão

atômica baseiam-se na quantificação da energia emitida por um analito excitado, quando ocorre o retorno para o seu estado fundamental (Skoog, 2009).

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Processamento do fruto e obtenção das sementes

4.1.1 Colheita das amostras

As amostras de noni foram obtidas no Horto de plantas medicinais, aromáticas e condimentares da Embrapa Agroindústria Tropical (Fortaleza – CE). Colheram-se 8 frutos que ainda estavam no pé, selecionando aqueles que possuíam coloração amarelo pálido, próximo ao estado de maturação completo.

Os frutos que ainda não estavam com aparência e texturas apropriadas para o estudo foram submetidas ao método convencional de aceleração da maturação, em que o fruto é envolvido em papel jornal e mantido ao abrigo da luz, de modo a reter o gás etileno liberado naturalmente pelo fruto. O etileno é a substância responsável pelo amadurecimento do fruto.

4.1.2 Processamento e peneiramento dos frutos

Os frutos foram despulpados utilizando processador de alimentos (Walita® RI7620/71), de modo a formar um material pastoso com grande quantidade de sementes, apresentando resíduos sólidos de restos de polpa do fruto.

Todo material obtido a partir do processamento foi submetido a um peneiramento manual utilizando uma peneira GRANUTEST® malha 10, espessura do fio da malha de 0,899 mm e poros com 1,651 mm de diâmetro. Após o peneiramento, têm-se duas frações do material: o resíduo sólido retido na peneira contendo sementes e talo do fruto; e o material que passou pela peneira, a polpa do fruto.

Para separar a semente dos talos dos frutos, adicionou-se água ao resíduo sólido e, devido à semente ter baixa densidade esta pode ser removida como um corpo flutuante e todos os outros sólidos permanecem como corpo de fundo. As sementes obtidas foram secas naturalmente ao sol.

4.1.3 Moagem das amostras

As sementes secas foram moídas em moinho analítico IKA® A11 Basic Mill, aplicando 28000 rpm de velocidade da lâmina. Todo material moído foi armazenado em embalagens plásticas hermeticamente fechadas e mantida à temperatura de refrigeração (6° C) até o momento da análise.

4.2 Atividade de água (a_w)

Material: Balança analítica, capsula plástica, AguaLab CX-2, pinça de metal.

Procedimento: Foram pesados 3 g de sementes integral e moídas nas capsulas do equipamento AguaLab CX-2 onde são feitas as medidas diretas pelo equipamento, sendo mostrados os valores de atividade de água no visor do equipamento.

4.3 Acidez

Material: Balança analítica, bureta de 50 mL, erlenmeyer de 125 mL, pipeta volumétrica de 10 mL, pinça de metal.

Reagente: Solução de fenolftaleína, e solução de hidróxido de sódio 0,1N.

Procedimento: Foram feitas duas soluções a partir da amostra de semente moída, uma solução aquosa com 1 g da amostra diluído em 50 mL de água destilada, e outra solução alcoólica com 1 g da amostra para 20 mL de álcool 70 % v.v⁻¹. Às soluções foram acrescentadas três gotas da solução de fenolftaleína. As amostras foram tituladas com a solução de NaOH 0,1 N até o ponto final, indicado pelo mudança de cor do indicador de incolor para rosa. Tendo sido realizado ambos os ensaios com quadruplicatas da amostra.

4.3.1 *Calculo da acidez na amostra*

A acidez na amostra foi expressa na forma de percentual de ácido cítrico na amostra, seguindo a relação proposta pela equação (2):

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V \cdot F \cdot c \cdot 0,1}{P} \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

Em que V é o volume de titulante gasto para atingir o ponto final da titulação, F o fator de correção do NaOH, P massa em gramas da amostra, c o fator de correção da concentração do ácido predominante (ácido cítrico).

4.4 pH

Material: Balança analítica, béqueres de 50 e 150 mL, pHmetro JENWAY® pH Meter 3510, agitador magnético, pinça de metal.

Reagente: Solução tampão padrão de pH 4,0 e 7,0.

Procedimento: Calibrou-se o pHmetro com as soluções dos tampões de pH 4,0 e 7,0. Para a medida na amostra, colocou-se 10 g da amostra moída em 100 mL de água destilada, agitou-se esta mistura usando agitador magnético por noventa segundos, de maneira a formar uma suspensão. Após esse procedimento, mediu-se o pH usando pHmetro. Sendo os ensaios realizados em quintuplicata.

4.5 Umidade

Material: Estufa QUIMIS® ISO 9002, balança analítica, dessecador com sílica gel, cápsula de porcelana, pinça e espátula de metal.

Procedimento: Colocou-se 5,0 g de amostra moída, após a etapa de secagem, em cápsulas de porcelana, previamente taradas após o aquecimento em estufa a 105° C por uma hora. A amostra foi aquecida a 105° C por 24h em estufa, e resfriando o material em dessecador com sílica gel, pesando a amostra com intervalos de vinte minutos, até massa constante.

4.5.1 *Calculo da Porcentagem de umidade*

A umidade foi determinada utilizando os parâmetros experimentais, descritos na equação (3):

$$\%U = \frac{(P_c + P_u) - P_{cs}}{P_u} \times 100 \quad \text{Eq. 3}$$

Onde: P_c = Massa da capsula; P_u = Massa da amostra úmida; P_{cs} = Massa da capsula+massa da amostra seca.

4.6 Cinzas

Material: Cápsula de porcelana, forno mufla QUIMIS® Q-318M, dessecador com sílica gel, balança analítica, espátula e pinça de metal.

Procedimento: Foram pesadas em cápsula de porcelana, previamente pesada, 5,0 g de amostra de semente de noni. Em seguida, a amostra foi submetida a uma rampa de aquecimento em forno mufla: iniciando com aquecimento a 50° C, seguido de um aumento de 50° C a cada 30 min até atingir temperatura de 550° C, na qual permaneceu por 8h. Após a queima, a cápsula de porcelana foi removida do forno, a amostra foi resfriada em dessecador de sílica gel e em seguida pesada. Sendo feito o procedimento em quintuplicata.

4.6.1 *Cálculo da porcentagem de cinzas*

As cinzas foram determinadas utilizando os parâmetros experimentais, descritos na equação (4):

$$\%C = \frac{(P_c + P_u) - P_{cc}}{P_u} \times 100 \quad \text{Eq. 4}$$

Onde: P_c = Massa da cápsula; P_u = Massa da amostra úmida; P_{cc} = Massa da cápsula+cinzas.

4.7 Lipídios

Material: Aparelho extrator de Soxhlet, manta de aquecimento com refrigerador de bolas, balança analítica, estufa, cartucho de papel de filtro, fio de lã desengordurado, balão de fundo chato de 250 mL com boca esmerilhada, espátula e dessecador com sílica gel.

Reagente: Hexano Synth® P.A.

Procedimento: Pesou-se no cartucho de papel de filtro 4,5 g de amostra de semente de noni seca e moída. O cartucho de papel de filtro contendo a amostra foi inserido no sistema de extração Soxhlet. Acoplou-se o balão de fundo chato, previamente tarado após o aquecimento a 105° C por 1h. Adicionou-se 90 mL de hexano ao extrator. Conectou-se ao extrator Soxhlet o sistema de refrigerador de bolas, mantendo-se o balão de fundo chato sob aquecimento em manta térmica por 8h. Após a extração, retiraram-se os cartuchos e destilou-se o hexano, transferindo o balão com resíduo para a estufa a 105°C por 1h. Este procedimento tem por objetivo remover todo o solvente da amostra. Após esta etapa, o balão foi resfriado em dessecador e pesado.

4.7.1 Cálculo da porcentagem de lipídios

O percentual de lipídios foi determinado utilizando os parâmetros experimentais, descritos na equação (5):

$$\%P = \frac{P_{br} - P_b}{P_c} \times 100 \quad \text{Eq. 5}$$

Onde: P_{br} é a massa do balão de fundo chato + resíduo; P_b a massa do balão de fundo chato; P_c a massa do cartucho.

4.8 Proteína bruta

Material: Bureta de 50 mL, pipetas volumétricas de 5 e 10 mL, erlenmeyer de 250 mL, tubos de Kjeldahl, espátula, barra magnética, agitador magnético, bloco digestor, destilador, balança analítica.

Reagente: ácido sulfúrico concentrado Synth® P.A., ácido bórico Dinâmica® P.A. solução de ácido clorídrico 0,02N, mistura digestora ($K_2SO_4 + CuSO_4 + Se$), solução 50% m.v⁻¹ de hidróxido de sódio, solução indicadora (2:3 de vermelho de metila e verde bromocresol), solução de ácido bórico 2% m.v⁻¹.

Procedimento

- **Digestão:** Aos tubos de Kjeldahl foram adicionados 0,2 g da amostra seca e moída, 1,5 g da mistura digestora e 5,0 mL de H_2SO_4 concentrado. Os tubos contendo amostra foram levados para o bloco digestor até a decomposição completa da amostra. Os tubos foram resfriados à temperatura ambiente, adicionando ao decorrer do resfriamento água destilada para evitar a cristalização do sulfato de amônio.
- **Destilação:** Após a digestão da amostra, as soluções foram transferidas quantitativamente com água destilada para os tubos de destilação. Em erlenmeyers de 250 mL foram colocados 10 mL de ácido bórico 2% m.v⁻¹ e 10 gotas da solução indicadora. No copo do destilador foram colocados 25 mL da solução de NaOH 50% m.v⁻¹, e liberados no tubo destilador ao início do processo, cessou-se a destilação quando no erlenmeyer de coleta continha um volume de 90 mL do destilado.
- **Titulação:** A solução resultante do processo de destilação foi colocada sob agitação com agitador magnético. Preencheu-se a bureta com o titulante HCl 0,02N, e titulou-se as soluções destiladas, considerando como ponto de viragem o aparecimento de uma coloração levemente rosa na solução.

4.8.1 Cálculo da porcentagem de proteína bruta

O percentual de lipídios foi determinado utilizando os parâmetros experimentais, descritos na equação (6):

$$\%P = \frac{(V_a - V_b) \cdot N \cdot f_a \cdot 0,014 \cdot 5,75}{P_c} \times 100 \quad \text{Eq. 6}$$

Onde: V_a representa o volume de ácido gasto na titulação da amostra, V_b o volume de ácido gasto na titulação do branco, N a normalidade do ácido, f_a o fator de correção do ácido, P_c o peso da amostra, 0,014 o número miliequivalente grama do nitrogênio, e 5,75 fator de conversão de nitrogênio para proteínas de origem vegetal.

4.9 Carboidratos

A quantificação de carboidrato foi determinada indiretamente subtraindo a de cem por cento do material, as quantidades em porcentagem de umidade, cinzas, lipídios e proteínas, considerando a porcentagem restante como sendo de carboidratos.

4.9.1 Cálculo da porcentagem de carboidratos

O percentual de carboidratos foi determinado utilizando os parâmetros experimentais, descritos na equação (7):

$$\%Carb. = 100\% - \%U - \%C - \%L - \%P \quad \text{Eq. 7}$$

Em que %U é a parcela de umidade na amostra, %C o teor de cinzas, %L o teor de lipídios, e %P o teor de proteínas.

4.10 Valor energético total (VET)

Utilizando-se os valores de carboidratos (C), proteínas (P) e lipídios (G). Foi determinado o valor energético das amostras de semente de noni por meio da aplicação da equação (1):

$$VE = 4.C + 4.P + 9.G$$

4.11 Determinação dos macro e micronutrientes

4.11.1 Preparo da amostra

Material: Tubos de digestão, bloco de aquecimento, balão volumétrico de 50 mL, pipeta graduada de 10 mL, balança analítica.

Reagentes: Banho de HCl 20% v.v⁻¹, mistura ácida (3:1 de HNO₃ 65% v.v⁻¹ para HClO₄ 72% v.v⁻¹).

Procedimento: Todas as vidrarias e frascos utilizadas neste procedimento foram descontaminadas em banho de HCl 20% v.v⁻¹ durante um período de 2h. Após a descontaminação, retirou-se o excesso de ácido dos materiais enxaguando-se com água deionizada por duas vezes. Para a decomposição da amostra, pesou-se 0,5000g de amostra nos tubos de digestão, adicionando-se 8 mL da mistura ácida, mantendo a solução à temperatura ambiente por 4h. Depois de decorrido o período em temperatura ambiente, aqueceu-se a solução a 120° C por 2h, completando-se a digestão à temperatura de 200° C por 3h. Ao final da digestão, a solução resultante foi diluída com água deionizada para o volume final de 50 mL.

4.11.2 Determinação de fósforo pelo método azul de molibdênio

Material: Espectrofotômetro FEMTO® 600Plus, cubetas de 1 cm, pipetas de 5 mL e 10 mL, frascos de 50 mL para os padrões de fósforo.

Reagentes: Solução de Molibdato de Amônio (200 mL da solução 10% m.v⁻¹ de (NH₄)₆Mo₇O₂₄) + Solução de Subcarbonato de Bismuto (2 g de (BiO)₂CO₃ + 150 mL de H₂SO₄), soluções do padrão de fósforo nas concentrações 0,0; 0,5; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 P mg.L⁻¹ (Diluição da solução do padrão de Fósforo, 4,3928g de KH₂PO₄ para volume de 1000mL com água deionizada, para o valor dos padrões)

Procedimento: Para a leitura dos padrões adicionou-se em sete frasco 5 mL de cada padrão, 10 mL da solução de molibdato de amônio e uma pitada de ácido ascórbico, agitou-se e aguardou-se 30 min para realizar as medidas dos padrões no espectrofotômetro. Para a leitura das amostras procedeu-se de forma semelhante a dos padrões, realizando-se a leitura de absorbância para cada replicata da amostra.

4.11.3 Determinação de potássio e sódio por fotometria de chama

Material: Balões volumétricos de 100 e 1000 mL, frascos para a leitura dos padrões, fotômetro de chama Digimed® DM-62, buretas e pipetas.

Reagentes: Solução padrão de Potássio 1000 mg.L^{-1} (1,9067 g de KCl para volume de 1000 mL com água deionizada), solução padrão de Sódio 1000 mg.L^{-1} (2,5421g de NaCl para volume de 1000 mL com água deionizada), ácido perclórico concentrado, curva padrão (diluir para um volume final de 1000 mL com água deionizada, alíquotas de 0,0; 10,0 e 20 mL de cada um dos padrões de Potássio e Sódio com 8,0 mL de ácido perclórico concentrado, procedeu-se assim a leitura dos pontos de 0, 10 e 20 mg.L^{-1} para cada elemento.

Procedimento: As análises foram feitas com as condições padrão do equipamento, $6,0 \text{ L.min}^{-1}$ a $1,5 \text{ kgf.cm}^{-2}$ de ar comprimido como oxidante, $0,5 \text{ kgf.cm}^{-2}$ de GLP como combustível e sucção da amostra de $5,0 \text{ mL.min}^{-1}$. Realizou-se a calibração do equipamento utilizando-se os três pontos das curvas padrões de cada elemento. Após a calibração procedeu-se com a leitura de emissão atômica das quintuplicatas da amostra.

4.11.4 Determinação de cálcio e magnésio por espectrometria de absorção atômica

Material: Espectrômetro de absorção atômica com chama (FAAS) PARKIN ELMER® AAnalyst 300, pipetas volumétricas e graduadas de 10 mL, bureta.

Reagentes: Solução padrão de cálcio 100 mg.L^{-1} , preparada a partir da diluição da solução estoque de 1000 mg.L^{-1} Ca; solução padrão de magnésio 10 mg.L^{-1} preparada a partir da diluição da solução estoque de 1000 mg.L^{-1} Mg; solução de Lantânio 100 mg.L^{-1} (diluiu-se 117 g de La_2O_4 em 500 mL de HCl concentrado e ajustou-se o volume final da solução com água deionizada para 1000 mL). As curvas analíticas de Ca e Mg nas foram preparadas diluindo-se as alíquotas de 0,0; 1,0; 2,0; 3,0; 4,0 e 5,0 mL das soluções estoques de Ca e Mg com 10 mL da solução de lantânio 100 g.L^{-1} e 8,0 mL de ácido peclórico e ajustando o volume final para 100 mL com água deionizada). A solução de lantânio 10 mg.L^{-1} foi preparada pela diluição da solução de lantânio 100 mg.L^{-1} .

Procedimento: Utilizou-se o equipamento nas condições padrão do fabricante com proporção de combustível/oxidante de 2:12 L.min^{-1} (Acetileno/ar comprimido), $\lambda = 422,7 \text{ cm}^{-1}$, slit 0,70 e corrente 15 mA. Para a leitura de absorbância das quintuplicatas diluiu-se as amostras na proporção de (1:19) da amostra para Lantânio 10 mg.L^{-1} .

4.11.5 Determinação de cobre, ferro, manganês e zinco por espectrometria de absorção atômica

Material: Espectrômetro de absorção atômica com chama (FAAS) PARKIN ELMER® AAnalyst 300, pipetas, bureta e balões volumétricos de 100 e 250 mL.

Reagentes e soluções: Soluções padrões de concentrações intermediárias dos analitos foram preparadas tomando-se alíquotas de 12,5; 12,5; 2,5 e 2,5 mL das soluções padrões de Cu, Fe, Mn e Zn 1000 mg.L^{-1} , respectivamente, e ajustando-se o volume final para 250 mL com HNO_3 $0,2 \text{ mol.L}^{-1}$). A partir das soluções intermediárias foram retiradas as alíquotas de 0,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e 10,0 mL, e a cada uma delas foram adicionados 10 mL de HClO_4 $2,5 \text{ mol.L}^{-1}$, ajustou-se para volume final de 100 mL com água deionizada. Dessa maneira, as curvas analíticas para Cu e Fe tiveram concentrações de 0; 1,0; 2,0; 4,0; 6,0; 8,0 e $10,0 \text{ mg.L}^{-1}$ e as curvas analíticas para Mn e Zn tiveram concentrações de 0,0; 0,2; 0,4; 0,6; 0,8 e $1,0 \text{ mg.L}^{-1}$.

Procedimento: Utilizou-se o equipamento nas condições padrão do fabricante com proporção de combustível/oxidante de 2:12 L.min⁻¹ (Acetileno/ar comprimido), para a leitura dos quatro minerais. Para leitura de Cu utilizou-se $\lambda = 324,8 \text{ cm}^{-1}$, slit 0,70 e corrente de 15 mA. Para leitura de Zn utilizou-se $\lambda = 213,9 \text{ cm}^{-1}$, slit 0,70 e corrente de 15 mA. Para leitura de Fe utilizou-se $\lambda = 248,3 \text{ cm}^{-1}$, slit 0,20 e corrente de 30 mA. Para leitura de Mn utilizou-se $\lambda = 279,5 \text{ cm}^{-1}$, slit 0,20 e corrente de 20 mA. Dessa forma foram feitas as leituras de absorbância das quintuplicatas da amostra.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Rendimento percentual do fruto

A Tabela 1 apresenta o rendimento de polpa e de sementes de frutos de noni cultivados no Horto da Embrapa Agroindústria Tropical, (Fortaleza, CE, 2016).

Tabela 1- Rendimentos percentuais de polpa e de semente de noni

Massa do Fruto (g)	Massa de polpa (g)	Massa das sementes (g)		Rendimento de polpa	Rendimento de sementes	Percentual de perdas
		Com polpa	Sem polpa			
1.343,81	882,87	303,42	65,21	65,70%	4,89%	29,41%

As frutas de noni continham muitas sementes, contudo as perdas no processo de remoção dessas sementes são altas por estarem inclusos nela material do talo e polpa aderida a sua superfície, totalizando assim uma perda muito alta.

5.2 Atividade de água (a_w)

A atividade de água das amostras de noni foi de $0,57 \pm 0,01$ com $n=5$. O valor encontrado foi semelhante aos determinados por Passos *et al.* (2012) em sementes de *Morinda oleífera*. A atividade de água se mostrou um parâmetro positivo, uma vez que valores abaixo de 0,6 proporcionam ao grão estabilidade durante o armazenamento, reduzindo a possibilidade de contaminação por proliferação de micro-organismos (fungos, bactérias e leveduras) (Fellows, 2006).

5.3 pH e acidez titulável

Tabela 2- pH e acidez de sementes de noni em termos de porcentagem de ácido cítrico, n=5.

Parâmetro	Solução Aquosa	Solução Hidroalcoólica
	Média ± desvio padrão (CV %)	Média ± desvio padrão (CV %)
pH	5,95 ± 0,14 (2,35)	3,51 ± 0,03 (27,78)
Acidez titulável (%) (g.50mL ⁻¹)	0,059 ± 0,005 (0,78)	0,05 ± 0,01(0,78)

Como pode ser observado na Tabela 2, o pH da solução foi alterado quando modificamos o solvente, porém a acidez titulável continuou a mesma. Conclui-se que a extração aquosa tem a mesma eficácia que a extração hidroalcoólica, para a disposição da porção ácida da amostra em solução. O pH mostrou uma discrepância entre as soluções, possivelmente devido aos padrões utilizados na calibração, uma vez que os padrões utilizados estão em meio aquoso, sendo assim a determinação na solução hidroalcoólica pode ter assumido um valor diferente do real.

No caso da solução aquosa o pH não é característico de um alimento ácido, devido seu o valor de pH ter apresentado valor acima de 4,6, sendo considerado um alimento ácido aqueles que apresentam pH com valores abaixo desse (Evangelista, 2000). Mesmo não se tratando de um alimento ácido, as sementes possuem um meio que viabiliza o crescimento de micro-organismos como fungos e leveduras, sendo esse crescimento desacelerado devido à indisponibilidade de água no alimento.

Para acidez solúvel o ácido cítrico foi considerado como majoritário, de acordo com Lemos *et al.* (2015), que utiliza ácido cítrico para descrever a acidez em g mL⁻¹. O valor obtido se assemelha aos demonstrados por Faria *et al.*(2014), onde reporta 0,44g.100g⁻¹ de ácido cítrico em amostras de noni.

5.4 Umidade

A amostra de noni apresentou teor de unidade de 9,24 % \pm 0,08 (n=5). Esse resultado foi semelhante aos valores citados por Masetto *et al.* (2009) para sementes de crambe, com teores de água variando entre 6,79 e 9,32 %. Esses valores indicam que as sementes de noni dispensam um procedimento de secagem para seu armazenamento *in natura* ou na forma do farelo, não sendo necessário um ambiente com controle de temperatura ou de umidade relativa, uma vez que o percentual de umidade é menor que 13 % (ANVISA).

5.5 Cinzas

O teor de cinzas está diretamente relacionado com o teor de minerais contidos na amostra. Seu valor pode ser influenciado pelo solo, clima, manejo e vários outros fatores da forma com que essas as árvores frutíferas foram cultivadas (Correia, 2011).

As sementes de noni apresentaram média de 0,95% \pm 0,02 (n=5) de cinzas. Esse valor é considerado baixo quando comparado com outros grãos, como semente de Chia (4,5% de cinzas) (AYERZA, 2009) e sementes de linhaça (3,7% de cinzas) (TACO, 2012). Contudo, está aproximadamente no mesmo nível do teor de cinzas apresentados por Correia *et al.* (2011) para frutos da mesma região (cidade de Horizonte-CE), 0,63 %, ao qual foram colhidas as amostra do presente estudo.

5.6 Lipídios

Os valores de lipídios foram obtidos em base seca, como descrito na metodologia, porém como as sementes são consumidas geralmente sem sofrer o processo de secagem, a porcentagem de lipídeos também foi apresentada na amostra *integral* (Tabela 3).

Tabela 3- Valores do percentual de lipídios em sementes de noni. (n = 5)

Parâmetro	Média \pm desvio padrão		Coeficiente de Variação
	Base Seca	Base Úmida	
Lipídios (%)	7,13 \pm 0,42	6,53 \pm 0,38	5,88%

Como descrito por West *et al.* (2008) a semente de noni é uma alternativa para a obtenção de um óleo vegetal não tóxico. Por ter baixas quantidades de extrato nas sementes, o valor comercial agregado ao extrato da semente é potencialmente alto.

Por conter substâncias que agem contra inflamações cutâneas, os extratos das sementes estão sendo utilizados na indústria cosmética, em produtos com valor de mercado mais alto, devido o baixo rendimento na produção dos extratos (Palu, 2012).

5.7 Proteína

Na Tabela 4 pode-se observar a porcentagem de proteínas em sementes de noni.

Tabela 4- Valores do percentual de proteínas em semente de noni. (n = 5)

Parâmetro	Média ± desvio padrão		Coeficiente de Variação
	Base Seca	Base Úmida	
Proteínas (%)	5,73 ± 0,41	5,24 ± 0,37	7,24%

De acordo com os dados mostrados na Tabela 4, as sementes de noni podem ser consideradas como fonte de proteína, visto que a ANVISA (2012) classifica como fontes de proteínas alimentos que possuem 5% de proteína na sua composição. O potencial proteico das sementes de noni é baixo quando comparado com dados obtidos por Gallão *et al.* (2013) para sementes de moringa (39,3%) e Malacrida *et al.* (2007) para sementes de melão amarelo (20,1%). As proteínas possuem grande importância nutricional na dieta dos seres humanos, segundo a ANVISA (2005) a Ingestão Diária Recomendada (IDR) para adultos é de 50 g de proteína, sendo assim, as sementes de noni correspondem a 12% da IDR de proteínas.

5.8 Carboidratos

A partir dos parâmetros determinados experimentalmente, podemos aplicar a equação (7):

$$\%Carboidratos = 100 - U - C - P - L$$

$$\%Carboidratos = 100 - 9,24 - 0,95 - 5,24 - 6,53 = 78,04\%$$

Por meio de parâmetros estatísticos de propagação de erro temos um resultado final de 78,04% \pm 0,64 para as quintuplicatas analisadas.

Quando comparada com sementes de Chia (25 – 32% de carboidratos) ou sementes de linhaça (43,3% de carboidrato), as sementes de noni são uma fonte de carboidrato de alto potencial, sendo capazes de suprir a quantidade energética necessária na alimentação de um adulto. Portanto, o valor energético total da amostra (391,89 kcal por 100 g de semente) é quase que inteira contribuição dos carboidratos contidos nela.

5.9 Valor energético total

Por meio da aplicação dos valores: 6,53% para lipídios, 5,24% para proteínas e 78,04 % para carboidratos, determinou-se o valor energético para 100 g do farelo da semente de noni, utilizando a equação (1):

$$VE = 4.C + 4.P + 9.G$$

$$VE = 4.78,04 + 4.5,24 + 9.6,53$$

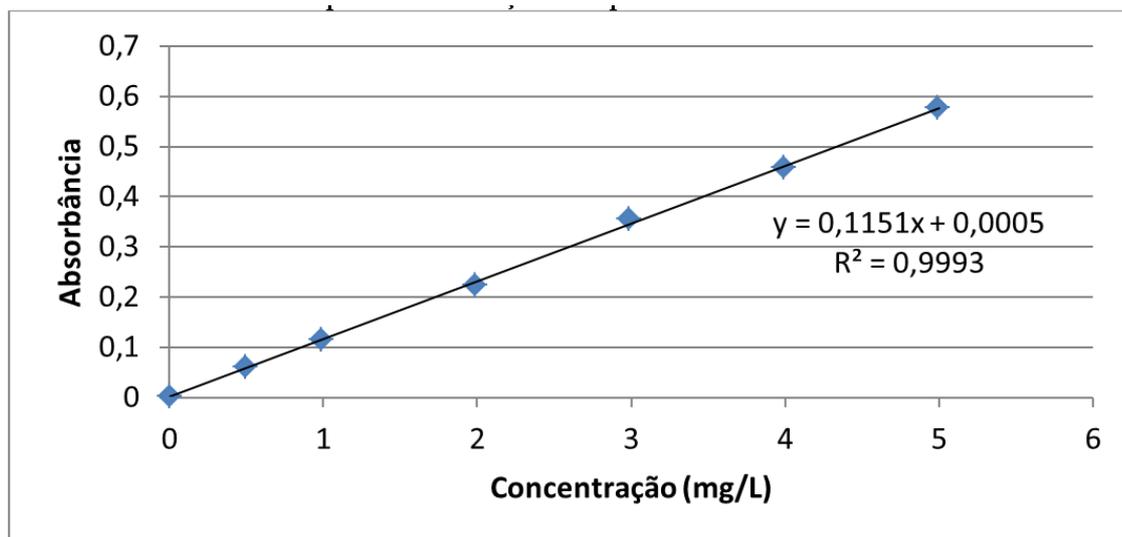
$$VE = 391,89$$

Observou-se que o valor energético para o farelo foi de 391,89 kcal.100 g⁻¹, demonstrando que o farelo das sementes de noni possui valor energético aproximado de outros alimentos com maior utilização no mercado, como a linhaça ou chia, que possuem valores de 495,1 e 486,3 kcal .100 g⁻¹, respectivamente (Almeida, 2013).

5.10 Determinação de fósforo por espectrofotometria de absorção molecular na região do ultravioleta e visível

A curva de calibração externa construída para a determinação de fósforo nas amostras de semente de noni por espectrofotometria UV-Vis está apresentada na figura (1).

Figura 1- Curva analítica de fósforo, método de calibração externa, para determinação do analito por espectrofotometria UV-Vis.



Fonte: O autor, 2016.

De acordo com as medidas, a semente de noni apresenta concentração de $2 \pm 0,04 \text{ mg kg}^{-1} \text{ P}$. Segundo a ANVISA (2005), a IDR de fósforo é de 700 mg para um adulto, dessa forma, podemos considerar que a semente de noni pode ser um complemento, porém não uma fonte de fósforo.

5.11 Determinação de sódio e potássio por espectrometria de emissão atômica de chama

A determinação de Na e K em amostras de sementes de noni foi realizada por espectrometria de emissão atômica com chama. Os valores obtidos para os analitos estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5- Teores de sódio e potássio em sementes de noni por espectrometria de emissão atômica com chama. (n=5).

Analito	Concentração (g kg^{-1})
Na	$0,222 \pm 0,004$
K	$1,546 \pm 0,076$

As concentrações de Na e K na semente de noni representou cerca de 5% dos minerais na amostra. A importância desses minerais está relacionada à regulação da pressão osmótica e à atividade neuromuscular. A quantidade de Na que deve ser ingerida diariamente é de 2,3 g, já de potássio é de 2,0 g por dia (ANVISA, 2005). Os dados da Tabela 5 demonstram que a semente do noni pode ser considerada uma boa fornecedora de ambos os minerais.

5.12 Determinação de minerais por FAAS

Os elementos Ca e Mg (Tabela 6) foram determinados em sementes de noni por Espectrometria de absorção atômica com chama - FAAS

Tabela 6- Teores de cálcio e magnésio em sementes de noni por FAAS. (n=5)

Analito	Concentração (g kg⁻¹)
Ca	43,53 ± 11,21
Mg	13,59 ± 5,13

Em adultos a quantidade diária de cálcio que deve ser ingerida é de 1000 mg (ANVISA, 2005). De acordo com os resultados obtidos, as sementes de noni seriam uma fonte de Ca de grande potencial, podendo fornecer a dose diária com a ingestão de uma pequena quantidade do farelo.

Segundo a ANVISA (2005) a quantidade recomendada de consumo diário de magnésio é de 260 mg. Dessa forma, com a concentração de Mg presente na semente de noni (Tabela 6), esse alimento pode ser utilizado como um suplemento na dieta para o fornecimento de magnésio para o organismo. Com apenas 20g do farelo de semente de noni, pode-se atingir a quantidade diária recomendada desse nutriente.

A Tabela 7 mostra os teores de Cu, Fe, Mn e Zn presentes nas amostras de sementes de noni, determinados por FAAS.

Tabela 7- Teores de cobre, ferro, manganês e zinco em amostras de sementes de noni, por FAAS realizada com leitura de n=5.

Analito	Concentração (mg kg⁻¹)
Cu	56,56 ± 3,97
Fe	270,9 ± 23,24
Mn	73,0 ± 3,86
Zn	10,52 ± 5,92

Os minerais Cu, Mn e Zn são denominados micronutrientes por estarem presente em pequenas concentrações nos alimentos. Porém, mesmo estando em pequenas concentrações, possuem funções biológicas de grande importância.

As quantidades estipuladas como mínimas para a ingestão desses minerais são de 0,9; 2,3; 7,0 e 20 mg diários de Cu, Mn, Zn e Fe, respectivamente. Diante dos dados obtidos para esses elementos (Tabela 7), as sementes de noni são uma boa opção de fonte desses minerais, superando em alguns parâmetros alimentos como a castanha do Pará que possui menores concentrações de manganês e ferro (Trindade *et al.*, 2009).

6. CONCLUSÃO

Devido ao seu alto teor de carboidratos e valores relevantes de proteínas e lipídios, as sementes de noni se apresentam como uma alternativa alimentar de valor energético acessível comparado com outros grãos.

As sementes de noni por apresentarem pH baixo e atividade de água também baixa se mostram promissoras para o armazenamento.

As sementes de noni apresentaram teores relevantes de minerais com ênfase em ferro, cálcio e magnésio, podendo ser indicada para dietas com deficiências desses minerais.

REFERÊNCIAS

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos (CNNPA) nº 12, de 1978. Dispõe sobre as normas técnicas de identidade e qualidade para os alimentos. ANVISA, 24 de julho de 1978.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Ministério da Saúde. Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 269, de 22 de setembro de 2005. Dispõem sobre o Regulamento Técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. ANVISA, 23 de setembro de 2005.

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Informe Técnico nº 25, de maio de 2007. Dispõem sobre os esclarecimentos das avaliações de segurança realizadas de produtos contendo *Morinda citrifolia*, também conhecida como noni. ANVISA, maio de 2007. 5p.

ARAUJO, Rennan Geovanny Oliveira. **Otimização de métodos analíticos e caracterização da farinha de trigo refinada: uma contribuição à Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**. 2007. 205 f. Tese (Doutorado) - Curso de Química, Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2007. Cap. 2.

CORREIA, Antonia Alaís da Silva et al. Caracterização química e físico-química da polpa do noni (*morinda citrifolia*) cultivado no estado do Ceará. **Alimentos e Nutrição**, Araraquara, v. 22, n. 4, p.609-615, dez. 2011.

COSTA, Adriana Barbosa et al. Atividade antioxidante da polpa, casca e sementes do noni (*Morinda citrifolia* Linn). **Rev. Bras. Frutic.**, [s.l.], v. 35, n. 2, p.345-354, jun. 2013.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 2000.

FARIA, Wanessa Costa Silva et al. Caracterização físico-química e análise fitoquímica preliminar do fruto noni (*morinda citrifolia* L.) Produzido na cidade de Cuiabá – MT. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, [s.l.], v. 8, n. 1, p.1208-1215, 6 jan. 2014. Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

FARONI, Leda Rita Dantonino. Fatores que influenciam a qualidade dos grãos armazenados. Viçosa, p. 1-15, 1998.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: Princípios e Práticas**. 2 ed. Porto Alegre:2006.

GOLDHABER, S. B. Trace element risk assessment: essentiality vs. Toxicity. **Regulatory Toxicology and Pharmacology**, v.38, n. 2, p. 232-24, oct. 2003.

HARRIS, Daniel C. **Análise química quantitativa**. 7 a . ed. Rio de Janeiro: LTC, 2008.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

LANDSMAN, A.;Lichtstein, D.; ILANI, A. Distinctive features of dietary phosphate supply. **Journal of Applied Physiology**, v. 99, n. 3, p. 1214-1219, 2005;

LEMOS, Daniele Martins; QUEIROZ, Alexandre José de Melo; FIGUEIRÊDO, Rossana Maria Feitosa de. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE SEMENTES DE NONI. **Rgeintec**, [s.l.], v. 5, n. 3, p.2308-2315, 3 set. 2015. Universidade Federal de Sergipe.

LUBECK, W.; HANNES, H. **Noni el valioso tesoro de los mares del sur**. Madri: EDAF. 2001. 173p.

NELSON, David L.; COX, Michael M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. Porto Alegre: Artmed, 2011. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2014.

NERY, Kamila Abreu; ARAUJO, Rebeca de Oliveira; BRAGA, Thayane Rabelo; OLIVEIRA, Milena Maria Tomaz de; TORRES, Lucicléia Barros de Vasconcelos; SILVA, Leirson Rodrigues da. Caracterização física e físico-química de frutos do noni (*Morinda citrifolia* L.) cultivados em Fortaleza-CE. **Cultivando O Saber**, Cascavel, v. 6, n. 1, p.17-24, jan. 2012

ALMEIDA, Paula Gabriela de Oliveira. **ANÁLISE CENTESIMAL E DOSAGEM DE ÔMEGA 3 EM SEMENTE DE CHIA (*Salvia hispanica*) E SEMENTE DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum*)**. 2013. 52 f. TCC (Graduação) - Curso de Farmácia, Faculdade Assis Gurgacz, Cascavel, 2013.

PALIOTO, G.F.; SILVA, C.F.G.; MENDES, M.P.; ALMEIDA, V.V.; ROCHA, C.L.M.S.C.; TONIN, L.T.D. Composição centesimal, compostos bioativos e atividade antioxidante de frutos de *Morinda citrifolia* Linn (noni) cultivados no Paraná. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Campinas, v. 17, n. 1, p.59-66, 2015.

REAL JUNIOR, Vicente; FERRAZ, Luiz Francisco M.; RABELLO, Ladislau Marcelino. **Cuidados básicos com fotômetro de chama**. 7. ed. São Carlos: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 1997. 7 p.

REIS, M. A. de B.; VELLOSO, L. A.; REYES, F. G. R. Alterações do metabolismo da glicose na deficiência de magnésio. **Revista Nutrição**, v.15, n.3, p.333-340, 2002;

SANTOS, Cristina Xavier dos. **Caracterização físico-química e análise da composição química da semente de goiaba oriunda de resíduos agroindustriais**. 2011. 61 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Pós-graduação em Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2011.

SEBECIC, B.;VEDRNA-DRAGOJEVIC, I; HORVATIC, M. Wheat flour confectionery products as a source of inorganic: Iron and manganese contents in hard biscuits. **Nahrung/Food**, v. 46, n.3, p 200-203, 2002;

SILVA, C. C. da; TEIXEIRA, A. S.; GOLBERG, T. B. L. Impacto da ingestão de cálcio sobre a mineralização óssea em adolescentes. **Revista Nutrição**, v.17, n.3, p.351-359, jul./set 2004.

SKOOG, D. A.; WEST, D. M.; HOLLER, F. J.; CROUCH, S. R.et al. **Fundamentos de química analítica**. 6ª ed. Porto Alegre: Bookman, 2009.

SOUSA, João Alencar de; SILVA NETO, Perpétuo Aélcio Ferreira e; SOUSA, José Carlos Rodrigues de, AQUINO, Antonio Renes Lins de. **Influência das condições de armazenamento e da embalagem na conservação de sementes de noni (Morinda citrifolia)**. Trabalho apresentado ao 26. Congresso Brasileiro de Agronomia, Gramados, 2009.

SOUZA, Anderson Dias Vieira de et al. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-mansão, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 44, n. 10, p.1328-1335, out. 2009.

TAKEMOTO, Emy et al. Composição química da semente e do óleo de baru (*Dipteryx alata* Vog.) nativo do Município de Pirenópolis, Estado de Goiás. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 60, n. 2, p.113-117, 2001.

TEIXEIRA, Alete Paixão. **Determinação de elementos essenciais em arroz empregando espectrometria de fluorescência de raios x de energia dispersiva**. 2010. 71 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Química, Programa de Pós-graduação em Química, Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2010. Cap. 3.

TERRA, Juliana; ANTUNES, Alexandre Martinez; BUENO, Maria Izabel Maretti Silveira. Um método verde, rápido e simples para determinar o valor energético de farinhas e cereais matinais. **Química Nova**, Campinas, v. 33, n. 5, p.1098-1103, 2010.

TRINDADE, Samantha L.; MULLER, Regina C. Sarkis; FERNANDES, Kelly G.. **Determinação de Fe, Mn e Zn em frutas do Estado do Pará**. Trabalho apresentado ao 32. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, Fortaleza, 2009.